



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## VÝROBA SOUČÁSTI "DISK"

PRODUCTION OF A COMPONENT "DISC"

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

DAVID KAČÍREK

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MILAN KALIVODA

BRNO 2014

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2013/2014

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): David Kačírek

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojírenská technologie (2303R002)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Výroba součásti "disk"**

v anglickém jazyce:

### **Production of a Component "Disc"**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Úvod.
2. Strojový park firmy.
3. Návrh technologie.
4. Vyhodnocení technologie v podmínkách firmy.
5. Diskuze.
6. Závěr.

Cíle bakalářské práce:

Technická příprava výroby zadané součásti v několika variantách. Výběr varianty dle možností strojového parku firmy.

Seznam odborné literatury:

1. PÍŠKA, Miroslav et al. Speciální technologie obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 252 s. ISBN 978-80-214-4025-8.
2. FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.
3. PERNIKÁŘ, Jiří a Miroslav TYKAL. Strojírenská metrologie II. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-8.
4. JUROVÁ, Marie. Organizace přípravy výroby. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2009. 100 s. ISBN 978-80-214-3946-7.
5. Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.
6. LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Úvaly: ALBRA, 2006. 914 s. ISBN 80-7361-033-7.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Milan Kalivoda

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

V Brně, dne 27.11.2013

L.S.

---

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr. h. c.  
Děkan fakulty

## ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem výroby součásti "disk" ve dvou variantách v podmínkách menší firmy. Součástí práce je návrh polotovaru součásti, volba stroje z možností firmy, zvolení vhodných nástrojů a řezných podmínek. Pro obě varianty byly v programu HSMWorks nasimulovány dráhy a srovnány časy obrábění. Navržené optimální řešení poslouží jako podklad pro skutečnou výrobu.

### Klíčová slova

Součást, polotovar, návrh technologie, stroj, frézování, nástroj.

## ABSTRACT

The present bachelor thesis deals with a proposal for production of the component "disk" in two variants in conditions of a smaller company. A part of this work is to design the stock component, to select a machine out of those available in the company, and to select the appropriate tools and cutting conditions. For both variants, tools paths were simulated in the program HSMWorks and machining times were compared. The proposed optimal solution will serve as a basis for real production.

### Key words

Component, stock component, proposal of technology, machine, milling, tool.

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KACÍREK, David. *Výroba součásti "disk"*. Brno 2014. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 30 s. 3 příloh. Vedoucí práce Ing. Milan Kalivoda.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Výroba součásti "disk"** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

---

Datum

---

David Kačírek

**PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto Ing. Milanu Kalivodovi z VUT Brno za cenné připomínky a rady při vypracování bakalářské práce.

**OBSAH**

ABSTRAKT .....	4
PROHLÁŠENÍ.....	5
PODĚKOVÁNÍ .....	6
OBSAH.....	7
ÚVOD.....	8
1 ZÁZEMÍ FIRMY .....	9
1.1 Strojový park firmy.....	9
2 ROZBOR SOUČÁSTI.....	10
2.1 Součást .....	10
2.1.1 Konstrukční rozbor .....	10
2.1.2 Materiál .....	10
2.2 Polotovar .....	11
2.2.1 Polotovar pro 1. variantu .....	11
2.2.2 Polotovar pro 2. variantu .....	12
3 NÁVRH TECHNOLOGIE .....	14
3.1 Volba stroje.....	14
3.2 Varianta 1.....	15
3.3 Varianta 2.....	17
4 NÁSTROJE .....	19
4.1 Frézování .....	19
4.2 Vrtání .....	22
4.3 Závitování .....	22
4.4 Zpětné sražení hran .....	22
4.5 Otáčky vřetene .....	23
5 VYHODNOCENÍ TECHNOLOGIE.....	24
5.1 Čas obrábění .....	24
5.2 Cena polotovarů .....	25
6 DISKUZE .....	26
ZÁVĚR .....	27
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	28
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	29
SEZNAM PŘÍLOH.....	30

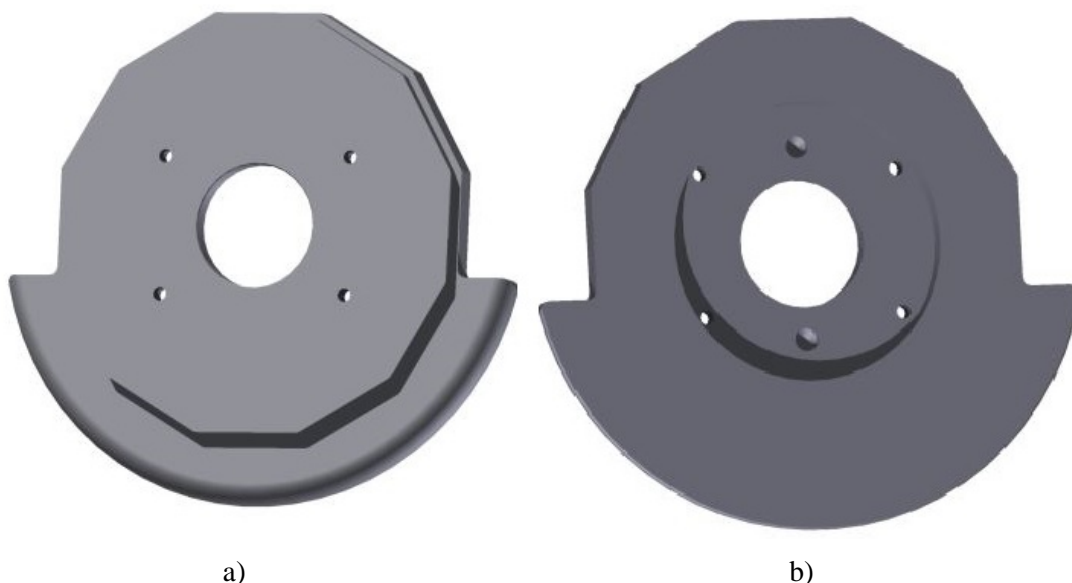
## ÚVOD

Strojírenská technologie je důležitým odvětvím ve strojírenském průmyslu. Technologie ovlivňuje jak vlastnosti vyráběné součásti jako je kvalita povrchu a dosažená přesnost rozměrů, tak i konečnou cenu výrobku. Snahou je dosáhnout rychlé, přesné a levné výroby.

Technologii ovlivňuje mnoho faktorů. Například zvolený stroj, kde při malosériové výrobě v řádu desítek kusů ročně se musí vycházet ze strojového parku firmy a nedá se uvažovat o koupi nového stroje, který by se nevyplatil. Dalším důležitým faktorem ovlivňující technologii jsou nástroje, které musí být vhodně zvoleny pro danou operaci a k nim přiřazeny řezné podmínky.

Tato práce se zabývá malosériovou výrobou součásti v menší rozvíjející se firmě. Jedná se o výrobu součásti "disk" (viz obr. 1), vyráběnou technologií frézování. Součástka je vyráběna v sérii 5 až 10 kusů za měsíc, dle objednávky zákazníka.

Pro výrobu součástky jsou navrženy dva tvary polotovarů. Pro obě varianty jsou stanoveny časy obrábění a základní cena polotovaru po dodání. Na základě polotovarů jsou navrženy technologické postupy, od kterých se vyvíjí další výroba součásti. Nakonec jsou navržené varianty porovnány a rozebrány výhody a nevýhody každé z nich v diskuzi.



Obr. 1 Součást "disk",  
a) přední pohled, b) zadní pohled.



## **1 ZÁZEMÍ FIRMY**

Jedná se malou rozvíjející se firmu, která se zabývá kusovou i sériovou kovovýrobou. V prostorách firmy se součásti pouze obrábí a případné povrchové úpravy, tepelné zpracování atd. je zajištěno kooperací u partnerů firmy [1].

### **1.1 Strojový park firmy**

Firma disponujeme bohatým strojním vybavením. Ve firmě jsou k dispozici konvenční stroje pro soustružení i frézování. Dále jsou ve firmě i moderní CNC stroje také pro soustružení i frézování. Pro dělení materiálu je vybavena pásovými pilami s možným nastavením úhlu řezání.

Pro výrobu svařovaných konstrukcí je firma vybavena i několika svářečkami pro svařování typu MIG, MAG a TIG [1].

Pro konvenční soustružení jsou ve firmě tři univerzální hrotové soustruhy SV 18 RA a dva univerzální hrotové soustruhy SU 50. Pro frézování jsou k dispozici dvě svislé konzolové frézky FA 3V [1].

Modernějším vybavením jsou CNC stroje. K dispozici jsou CNC soustružnická centra Mazak Quick Turn Nexus 200 II M, Mazak Quick Turn Nexus 200 a HAAS SL20 L a CNC vertikální centra MAS MCV 1016 Quick a AKIR-SEIKI SV 1350 [1].

V dalších kapitolách zabývajících se volbou stroje pro výrobu součástí jsou detailně rozebrány pouze použité stroje pro výrobu součástí "disk".

## 2 ROZBOR SOUČÁSTI

Vyhodnocení součásti z hlediska tvaru, požadované přesnosti a materiálu. Z vyhodnocení se určí technologický postup výroby daného dílu a vhodně se zvolí potřebné nástroje pro dosažení efektivní a ekonomické výroby.

### 2.1 Součást

Z výkresové dokumentace lze vyčíst, že vyráběná součást bude sloužit jako víko. Na součásti nejsou předepsány zvlášť přesné rozměry, které by se musely dodělavat některou dokončovací metodou. Pro výrobu bude dostačující výrobní proces obrábění. Výkresová dokumentace dodána zákazníkem je přiložena v příloze.

Na výkrese není uvedena ani předepsána žádná drsnost. Proto musí být zvolena s ohledem na technologičnost a konstrukci součásti. Na netolerovaných plochách je zvolena drsnost  $R_a = 3,2$ , která bude vyhovující z hlediska funkčnosti součásti. Kromě hrubování bude potřeba dokončování.

#### 2.1.1 Konstrukční rozbor

Součást má diskovitý tvar tvořený částečnou kruhovou výsečí se zaoblenou hranou, na kterou navazuje dvanáctihran. Ve středu součástí je průchozí díra o průměru 60 mm, která je z jedné strany zahlobená na průměr 130 mm do hloubky 9 mm. Z druhé strany je osazen dvanáctihran hran. V zahlobení jsou v jedné ose dvě neprůchozí díry o průměru 11 mm na roztečné kružnici o průměru 90 mm. Dále jsou na součásti čtyři průchozí díry se závitem M8, které leží na roztečné kružnici o průměru 117 mm a jsou vůči sobě posunuty z jedné strany o  $70^\circ$  a z druhé o  $110^\circ$ .

#### 2.1.2 Materiál

Materiál pro výrobu součásti je korozivzdorná chrom-niklová austenitická ocel označená dle ČSN 10088-1 1.4301 (X5CrNi 18-10) [2]. Chemické složení materiálu je uvedeno v tab. 2.1.

Tab. 2.1 Chemické složení v % hmotnosti [2].

C	Si	Mn	P	S	N	Cr	Ni
$\leq 0,07$	$\leq 1,00$	$\leq 2,00$	max. 0,045	max. 0,030	$\leq 1,00$	17,00-19,50	8,00-10,50

Nemagnetická, nekalitelná ocel se sklonem ke zpevňování za studena při tažení, nebo při třískovém obrábění s nevhodně zvolenými reznými podmínkami. Zpevnění je způsobeno přeměnou austenitu na deformační martenzit, který má za následek zvýšení pevnosti, snížení tažnosti a způsobí magnetovatelnost. Zbytkový a deformační martenzit lze odstranit žháním. Ocel je vhodná ke svařování všemi obvyklými způsoby. Dále se zpracovává stříháním, ohýbáním, tažením. Třísková obrobiteľnosť je dobrá. Obsah síry v rozsahu 0,015 - 0,030 % má pozitivní vliv na obrobiteľnosť. Mechanické vlastnosti jsou uvedeny v tab. 2.2 [3].

Tab. 2.2 Mechanické vlastnosti materiálu [2].

Tvrdost [HB]	$R_{p0,2}$ [MPa]	$R_m$ [MPa]	A [%]
max. 215	min. 190	500 až 700	min. 45

Tento materiál je vhodný pro součásti a zařízení v potravinářském, farmaceutickém a chemickém průmyslu. Chemické složení materiálu vyhovuje normě pro použití výrobků pro pitnou vodu a potraviny [3].

## 2.2 Polotovar

Nejvhodnější polotovar pro kruhovou součást je kruhová tyč. Pro daný materiál 1.4301 se kruhová tyč vyrábí jen do průměru 90 což je pro daný výrobek nedostačující. Proto jako vhodný polotovar je zvolen výpalek z plechu tloušťky minimálně 20 mm, který zajistí přídavek na každém čele součásti 1 mm. Přídavek na čele 1 mm je dostačující. Dále musí být výpalek vhodně zvolen s dostatečnými obvodovými přídavky.

Plech pro výpalky byl zvolen z katalogu firmy Feron. Jedná se o plech nerezový válcovaný za tepla ČSN EN ISO 18286 o rozměrech 20x1000x2000. Polotovar součásti se nechá z plechu vypálit přímo u dodavatele a bude dodáván pouze výpalek [4].

### 2.2.1 Polotovar pro 1. variantu

Pro první variantu výroby součásti je zvolen kruhový výpalek o průměru 280 mm s předpálenou dírou ve středu o průměru 55 mm. Předpálená díra usnadní výrobu součásti, kdy díra nebude muset být vyvrtána a pouze se vyfrézuje na daný přesný rozměr podle výkresové dokumentace (viz obr. 2.1).



Obr. 2.1 Polotovar varianta 1.

### 2.2.2 Polotovár pro 2. variantu

Pro druhou variantu výroby součásti je zvolen výpalek, který má předpálený tvar součásti s přídavky 5 mm. Opět je předpálena i díra, ze stejných důvodů jako u předchozí varianty (viz obr. 2.2).



Obr. 2.2 Polotovár varianta 2.

Důležitým ukazatelem pro vhodné zvolení polotovaru je tzv. ukazatel využití materiálu, podle kterého se určí jestli není při výrobě příliš velký odpad. Větší odpad prodražuje výrobu a musí se obráběním odebrat více materiálu, to znamená že se prodlužují výrobní časy a dochází k většímu opotřebení nástrojů při výrobě jednoho kusu. Rovnice pro výpočet ukazatele využití materiálu byla převzata z literatury [5]. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tab. 2.3.

Hmotnostní údaje byly zjištěny pomocí programu Autodesk Inventor Professional 2010.

Ukazatel využití materiálu:

$$U_m = \frac{G_1}{G_2} \quad (2.1)$$

Kde:  $G_1$  - hmotnost výrobku [kg]

$G_2$  - hmotnost polotovaru [kg].

Pro 1. variantu:

$$U_m = \frac{4,416}{9,507} = 0,465$$

Pro 2. variantu:

$$U_m = \frac{7,444}{9,507} = 0,783$$

Tab. 2.3 Ukazatel využití materiálu.

Varianta	Využití [%]
1.	46,5
2.	78,3

### 3 NÁVRH TECHNOLOGIE

Řešení technologie výroby dané součásti a sestavení technologických postupů výroby krok po kroku. Technologický postup musí být sestaven, tak aby umožnil rychlou, přesnou a ekonomickou výrobu součásti. Vhodný technologický postup je nezbytně důležitý pro efektivní výrobu. Musí být vhodně zvoleny stroje, nástroje a jejich řezné podmínky, které závisí na obráběném materiálu součásti, potřebné výrobní přesnosti prvků na součásti a výsledné drsnosti povrchu. Kvůli obráběnému materiálu budou všechny operace probíhat s chlazením chladicí emulzí (viz kapitola 2.2).

#### 3.1 Volba stroje

Stroj musí být zvolen podle aktuálních možností firmy aby výroba součásti nekolidovalo s jinou výrobou, také zvolený stroj musí umožnit rychlou, efektivní a přesnou výrobu součásti. V současné době těmto podmínkám vyhovuje CNC vertikální obráběcí centrum MAS MCV 1016, které je zobrazeno na obr. 3.1.

Stroj je vhodný pro obrábění plochých a skříňových součástí frézováním, vrtáním a řezáním závitů [6]. Podrobné technické údaje stroje jsou uvedeny v tab. 3.1.



Obr. 3.1 MAS MCV 1016 Quick [6].

Tab. 3.1 Technické údaje stroje [6].

Stůl		
upínací plocha stolu	mm	1300x600
max. zatížení stolu	kg	700
Pracovní rozsah		
X - osa	mm	1016

Y - osa	mm	610
Z - osa	mm	710
Vřeteno		
kuželová dutina vřetene	-	ISO 40
max. otáčky	$\text{min}^{-1}$	10000
změna otáček	-	plynule měnitelné
výkon motoru SIEMENS	kW	17/25
Posuv		
pracovní posuv X, Y, Z	$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$	1 - 15000
rychloposuv	$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$	30
Zásobník nástrojů		
počet míst v zásobníku	-	24
max. délka nástroje	mm	300
max. průměr nástroje	mm	75
max. průměr nástroje s vynecháním sousedních nástrojů	mm	120
max. hmotnost nástroje	kg	6,5
Rozměry stroje (dxšxv)	mm	2700x3080x2940
Hmotnost stroje	kg	5100

### 3.2 Varianta 1.

Polotovár pro první variantu je popsán v kapitole 2.3.1.

Součástka bude vyráběna na dvě upnutí. První upnutí bude za  $\varnothing 280$  mm a při tomto upnutí se zarovná čelo, vyfrézuje se zahloubení  $\varnothing 130$  mm s přídavky na dokončení na dno a stěnu 1 mm. Následně se dokončí zahloubení a vyfrézuje průchozí díra  $\varnothing 60$  mm na předepsané tolerance. Vyvrtají se neprůchozí díry  $\varnothing 11$  mm a nakonec se vyvrtají průchozí díry  $\varnothing 6,8$  mm, do kterých se při dalším upnutí vyřeže závit M8.

Při druhém upnutí je součástka ve sklíčidle upnuta za obrobený  $\varnothing 130$  mm. Čelisti sklíčidla musí být natočeny, tak aby umožnili sražení hran a vyvrtání závitů. Zarovná se čelo na

předepsaný rozměr, vyhrubuje se kontura součásti s přídavky 1 mm. Menší frézou se provede zbytkové obrábění v místech do kterých se větší nástroj nedostal aby pro dokončování byla zajištěna stálá šířka záběru ostří. Dokončí se kontura polotovaru. Následně se vyfrézuje rádius R 10. Srazí se předepsané hrany a pomocí zpětného sražení hran se srazí hrany na  $\varnothing 6,8$  mm zepředu i zezadu a vyřeže závit M8.

Bodově se značením použitých nástrojů je postup popsán v tab. 3.2.

Tab. 3.2 Technologický postup varianta 1.

Operace:	Popis práce v operaci	Nástroj:
01/01	Upnout za $\varnothing 280$	-
	Zarovnat čelo na $19 \pm 0,2$	T10
	Hrubovat zahloubení $\varnothing 130$ do hloubky 9 s přídavky 1 mm	T20
	Frézovat zahloubení $\varnothing 130^{+0,4}$ do hloubky $9 \pm 0,3$	T25
	Frézovat díru na $\varnothing 60^{+0,2}$	T25
	Vrtat 2x díru $\varnothing 11$ do hloubky 15 na roztečné kružnici $\varnothing 90$	T30
	Vrtat 4x průchozí díru $\varnothing 6,8$ na roztečné kružnici $\varnothing 117$	T40
02/02	Upnout za $\varnothing 130^{+0,4}$	-
	Zarovnat čelo na $18 \pm 0,2$	T10
	Hrubovat konturu součásti s přídavky 1 mm	T20
	Zbytkové frézování kontury	T50
	Frézovat konturu první úsek R135, druhý úsek 12ti hran o rozteči hran 208	T55
	Frézovat 12ti hran o rozteči hran $201_{-0,5}$ do hloubky $6 \pm 0,3$	T25
	Frézovat rádius R10 na úseku R135	T80
	Srazit hrany $0,5 \times 45^\circ$ na průměru $60^{+0,2}$ a $1 \times 45^\circ$ na R135	T90
	Srazit 4x hrany na M8	T60
	Závitovat 4x M8	T70



### 3.3 Varianta 2.

Druhá varianta výroby součásti vychází z jiného polotovaru než první varianta a tomu musí být přizpůsobena výroba a technologie. Polotovar pro druhou variantu je podrobně popsán v kapitole 2.3.2.

Stejně jako v předchozí variantě bude součástka vyrobena na dvě upnutí, ale kvůli odlišnosti polotovarů budou upnutí odlišná od předchozí varianty. Při výrobě budou použity stejné nástroje.

První upnutí je ve sklíčidle za předpálenou díru  $\varnothing 55$  mm. Na první upnutí se zarovná čelo, vyhrubuje kontura součásti s přídavky na dokončení, následně se kontura součásti dokončí na předepsané hodnoty a vyfrézuje se rádius R10

Druhé upnutí je ve svěráku za obrobené hrany kontury součásti. Opět následuje zarovnání čela na předepsaný rozměr. Vyhrubuje se zahloubení  $\varnothing 130$  mm s přídavky na stěnu i dno 1 mm, dokončí se zahloubení na předepsané rozměry a stejným nástrojem se provede frézování průchozí díry  $\varnothing 60$  mm. Následně se vyvrtají neprůchozí díry  $\varnothing 11$  mm a díry  $\varnothing 6,8$  mm pro závit M8. Na dírách  $\varnothing 6,8$  mm se zpětným sražením hran srazí hrany a vyřeže závit M8. Nakonec se srazí hrany, u kterých je na výkrese předepsané sražení.

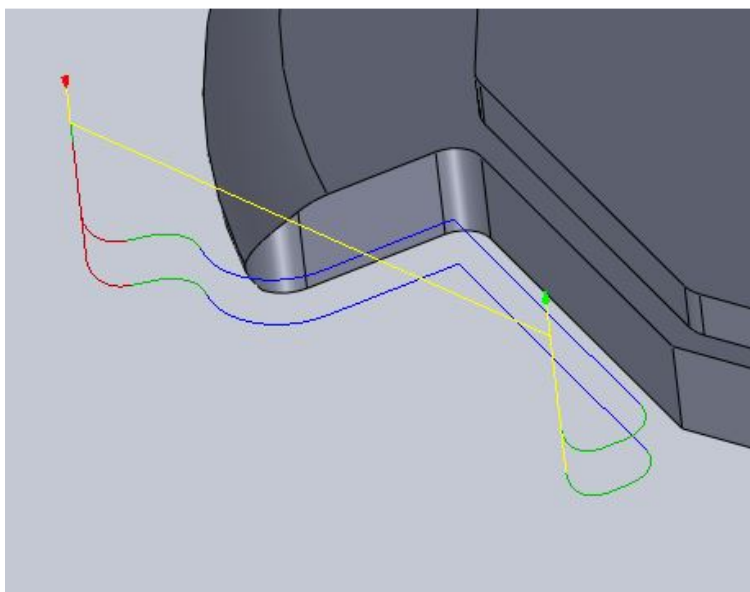
Bodově se značením použitých nástrojů je postup popsán v tab. 3.3.

Tab. 3.3 Technologický postup varianta 2.

Operace:	Popis práce v operaci:	Nástroj:
01/01	Upnout za díru $\varnothing 55$	-
	Zarovnat čelo na $19 \pm 0,2$	T10
	Hrubovat konturu součásti s přídavky 1 mm	T50
	Frézovat konturu: první úsek R135, druhý úsek 12ti hran o rozteči hran 208	T55
	Frézovat 12ti hran o rozteči hran $201_{-0,5}$ do hloubky $6 \pm 0,3$	T25
	Frézovat rádius R10 na úseku R135	T80
02/02	Upnout do svěráku za hrany 12ti hranu o rozteči hran 208	
	Zarovnat čelo na $18 \pm 0,2$	T10
	Hrubovat zahloubení $\varnothing 130$ do hloubky 9 s přídavky 1 mm	T20
	Frézovat zahloubení $\varnothing 130^{+0,4}$ do hloubky $9 \pm 0,3$	T25
	Frézovat díru na $\varnothing 60^{+0,2}$	T25
	Vrtat 2x díru $\varnothing 11$ do hloubky 15 na roztečné kružnici $\varnothing 90$	T30

	Vrtat 4x průchozí díru $\varnothing 6,8$ na roztečné kružnici $\varnothing 117$	T40
	Srazit 4x hrany pro závit	T60
	Závitovat 4x M8	T70
	Srazit hranu $1 \times 45^\circ$ na úseku R135 a $0,5 \times 45^\circ$ na $\varnothing 60^{+0,2}$	T90

Zbytkové obrábění pro variantu 1 bude provedeno jen na místech na kterých je přebytek materiálu z předešlé operace. Dráho proto nemusí být kolem celé součásti, tím se ušetří čas i nástroj. Dráha pro zbytkové obrábění je znázorněna na obr. 3.2.



Obr. 3.2 Dráha nástroje pro zbytkové obrábění.

## 4 NÁSTROJE

Nástroje jsou vybrány od firmy OCTOPUSTOOLS, která je jedním z hlavních dodavatelů nástrojů do firmy ATC Styl.

Nástroje jsou vybrány na základě technologického postupu a materiálu vyráběné součásti aby se docílilo potřebných přesností a drsností povrchu. Na stránkách dodavatele jsou uvedeny i doporučené řezné podmínky pro zvolený nástroj a materiál, který bude obráběn. Při vybírání vyměnitelných břitových destiček (VBD) se musí podle obráběného materiálu zohlednit skupina karbidů, která určuje vhodnost použití VBD. Pro korozivzdornou austenitickou ocel je značení M nebo žlutá barva.

Vybrané nástroje pro výrobu součásti jsou uvedeny v tab. 4.1.

Tab. 4.1 Nástroje [7][10].

Operace:	Značení:	Popis:
Frézování	T10	Čelní fréza AGDG.90.080
	T20	Fréza čelní a do rohu AKCA.02.25
	T25	Fréza čelní a do rohu AKCA.02.040
	T50	Monolitní karbidová fréza I.C.E INOX $\varnothing 8$ mm
	T55	Monolitní karbidová fréza I.C.E INOX $\varnothing 6$ mm
	T80	DIN 6518 fréza rádiusová R10
	T90	Fréza pro sražení hran AGDA.00.005
Vrtání	T30	Monolitní karbidový vrták $\varnothing 11$ mm
	T40	Monolitní karbidový vrták $\varnothing 6,8$ mm
Závitování	T70	Závitník 194A M8
Zpětné sražení hran	T60	Odjehlovací nástroj EZ-Burr EZL0265-02

### 4.1 Frézování

Pro obrábění čelních ploch je zvolena čelní fréza AGDG.90.080. Fréza o průměru 80 mm zajistí obrobení čelní plochy s malým počtem drah. S ohledem na možnosti stroje už nelze použít větší průměr frézy. V tab. 4.1 má nástroj označení T10.

Pro daný materiál součásti jsou pro frézu zvoleny VBD značeny SEKN 1203AFSN-3D, pro které jsou uvedeny řezné podmínky v tab. 4.2. Řezné podmínky jsou zvoleny z doporučených hodnot výrobce.

Tab. 4.2 Řezné podmínky pro čelní frézování [7].

	Doporučené:	Zvolené:
Řezná rychlost [m/min]	80 - 150	120
Posuv [mm/zub]	0,1 - 0,3	0,2

Pro hrubovací frézování zahlužení a kontury součásti pro variantu 1, kde je potřeba pro hrubování velký úběr materiálu, byla zvolena fréza čelní a do rohu s úhlem nastavení 90°, který umožní obrábění stěn do pravého úhlu. V tab. 4.1 je označena T20.

Stejný nástroj akorát s větším průměrem a větším počtem zubů byl zvolen pro dokončování průchozí díry, zahlužení a dvanáctihranu o rozteči hran 201 mm. Větší průměr zajistí, že budou plochy obrobena na menší počet drah. Tím se dosáhne lepšího povrchu. V tab. 4.1 je označena T25.

Pro oba nástroje jsou výrobcem doporučeny stejné VBD APK1604PDR. Řezné podmínky pro oba nástroje jsou uvedeny v tab. 4.3.

Tab. 4.3 Řezné podmínky pro frézy čelní a do rohu [7].

	T20	T25
Řezná rychlost [m/min]	100	120
Posuv [mm/zub]	0,2	0,1

Pro zbytkové frézování kontury musí být vybrán nástroj podle nejmenšího rádiusu na součásti. Nejmenší rádius je R4, proto je pro zbytkové obrábění vybrána monolitní karbidová fréza značena v tabulce 4.1 T50 o  $\varnothing 8$  mm. Daná fréza se dá používat pro hrubování i dokončování. Pro dokončovací obrábění kontury, ale musí být zvolena fréza menší. S frézou stejného průměru jako je nejmenší rádius by v místě rádiusu mohlo dojít ke chvění nástroje, které by způsobilo nepřesnosti při výrobě a namáhalo stroj i nástroj. Proto je pro dokončování kontury zvolena monolitní karbidová fréza o  $\varnothing 6$  mm značená v tab. 4.1 T55. Řezné podmínky pro tyto nástroje jsou uvedeny v tab. 4.4.

Tab. 4.4 Řezné podmínky pro monolitní karbidové frézy [7].

	T50	T55
Řezná rychlost [m/min]	80	100
Posuv [mm/zub]	0,034	0,028

Rádiusová fréza čtvrtkruhová byla vybrána z internetového obchodu i-frezy.cz, firma OCTOPUSTOOLS je nemá v sortimentu. Jedná se o frézu z rychlořezné oceli od výrobce ZPS Zlín. Výrobce neudává řezné podmínky pro frézování daným nástrojem. Řezné podmínky jsou stanoveny podle jiných nástrojů ze stejného materiálu, kde jsou řezné podmínky uváděny. Řezná rychlost se pohybuje v rozmezí 30 - 35 m/min. Posuv na zub je stanoven výpočtem podle rovnice na výpočet hloubky vln, kdy hloubka vln nesmí

přesáhnout požadovanou konečnou drsnost povrchu  $R_a = 3,2 \mu\text{m}$ . Rovnice je převzata z literatury [9].

Hloubka vln:

$$H = \frac{f^2}{4 * D} \text{ [mm]} \quad (4.1)$$

Kde:  $f$  - posuv na zub [mm],

$D$  - průměr frézy [mm].

Z rovnice je vyjádřen posuv na zub a hloubka vln je nahrazena drsností povrchu. Výsledná rovnice bude:

$$f = \sqrt{\frac{R_a * D * 4}{1000}} \text{ [mm/zub]}$$

Po dosazení do rovnice je získán teoretický posuv na zub, který je dostatečný pro dodržení předepsané drsnosti.

$$f = \sqrt{\frac{3,2 * 8 * 4}{1000}} = 0,32 \text{ mm/zub}$$

Řezné podmínky, které vychází z odvození a z výpočtu jsou pro rádiusovou frézu uvedeny v tab. 4.5. Řezné podmínky jsou jen teoretické, po domluvě s výrobcem mohou být pozměněny.

Tab. 4.5 Řezné podmínky pro rádiusovou frézu.

	Zjištěné hodnoty:	Zvolené hodnoty:
Řezná rychlost [m/min]	30 - 35	30
Posuv [mm/zub]	0,32	0,30

Pro sražení hran musí být vybrána fréza, která umožní srazit hrany předepsané na výkrese. Předepsané sražení jsou  $45^\circ$ , proto je vybrána fréza pro sražení hran s úhlem nastavení  $45^\circ$ . V tab. 4.1 je označena T90. Pro kterou jsou vybrány destičky SPMW 120408 a řezná data jsou uvedena v tab. 4.6.

Tab. 4.6 Řezné podmínky pro sražení hran [7].

Řezná rychlost [m/min]	200
Posuv [mm/zub]	0,3

## 4.2 Vrtání

Pro vrtání jsou zvoleny monolitní karbidové vrtáky dvoubřité pro korozivzdorné oceli. Vybrané vrtáky umožňují vnitřní chlazení. Pro oba typy děr jsou zvoleny stejné vrtáky a liší se jen průměrem. Vrták o  $\varnothing 11$  mm je v tab. 4.1 značen T30 a vrták  $\varnothing 6,8$  mm je značen T40. Řezná data pro operace vrtání jsou uvedena v tab. 4.7.

Tab. 4.7 Řezné podmínky pro vrtání děr [7].

	T30	T40
Řezná rychlost [m/min]	90	90
Posuv [mm/ot]	0,240	0,166

## 4.3 Závitování

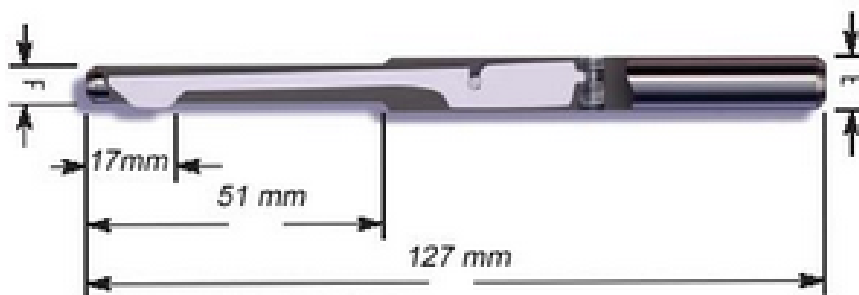
Pro závitování je vybrán řezný závitník M8 pro korozivzdornou a konstrukční ocel s tvrdostí  $< 250$  HB a se stoupáním závitu 1,25 mm. Řezné podmínky pro závitování jsou uvedeny v tab. 4.8. Posuv na otáčku při závitování vychází ze stoupání závitu.

Tab. 4.8 Řezné podmínky pro závitování [7].

Řezná rychlost [m/min]	16
Posuv [mm/ot]	1,25

## 4.4 Zpětné sražení hran

Pro sražení hran na dírách pro závit je vybrán nástroj pro zpětné sražení hran, který na jednu operaci srazí hrany z obou stran díry. Tím se zkrátí čas výroby, kdy je ušetřena celá jedna dráha nástroje pro sražení hran z druhé strany. Nástroj se zakótovanými délkovými rozměry pro průměr díry 6,8 mm je zobrazen na obr. 4.1. Řezné podmínky jsou uvedeny v tab. 4.9.



Obr. 4.1 Odjehlovací nástroj EZ-Burr [7].

Tab.4.9 Řezné podmínky pro zpětné sražení hran [7].

Řezná rychlost [m/min]	12
Posuv [mm/ot]	0,25

#### 4.5 Otáčky vřetene

Z řezných podmínek je pro každý nástroj nutno vypočítat otáčky vřetene, při kterých bude nástroj pracovat. Výpočet otáček vřetene vyplývá z rovnice 4.2, který byl převzat z literatury [8].

Počet otáček:

$$n = \frac{v_c * 1000}{\pi * D} \text{ [1/min]} \quad (4.2)$$

Kde:  $v_c$  - řezná rychlost [m/min]

$D$  - průměr nástroje [mm].

Vzorový výpočet pro čelní frézu T10:

$$n = \frac{120 * 1000}{\pi * 80} = 478 \text{ /min}$$

Kompletní otáčky vřetene pro všechny potřebné nástroje a operace jsou uvedeny v tab. 4.9.

Tab. 4.9 Otáčky vřetene pro jednotlivé nástroje.

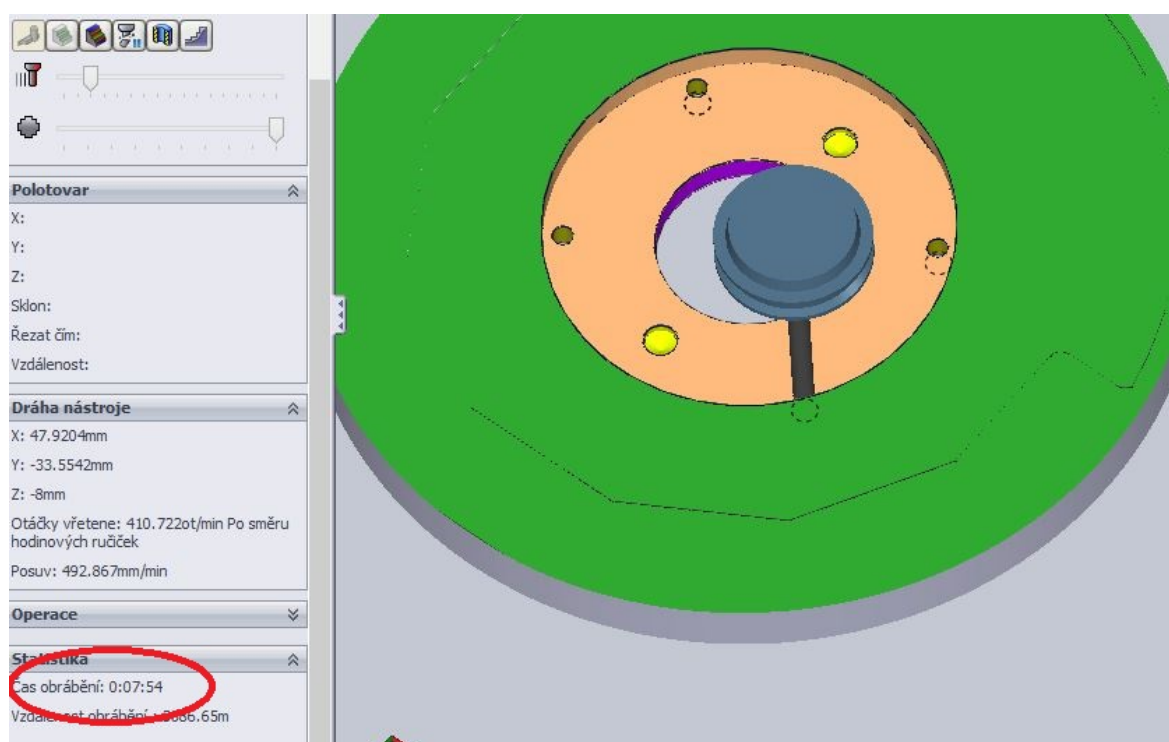
Nástroj:	Otáčky vřetene [1/min]
Čelní fréza AGDG.90.080	478
Fréza čelní a do rohu AKCA.02.25	1 273
Fréza čelní a do rohu AKCA.02.040	955
Monolitní karbidová fréza I.C.E INOX ø8 mm	3 183
Monolitní karbidová fréza I.C.E INOX ø6 mm	5 305
DIN 6518 fréza rádiusová R10	1 190
Fréza pro sražení hran AGDA.00.005	2 894
Monolitní karbidový vrták ø11 mm	2 604
Monolitní karbidový vrták ø6,8 mm	4 213
Závitník 194A M8	637
Odjehlovací nástroj EZ-Burr EZL0265-02	562

## 5 VYHODNOCENÍ TECHNOLOGIE

Vyhodnocení technologie je vyhodnoceno z hlediska ceny polotovaru pro každou variantu a z časů obrábění.

### 5.1 Čas obrábění

Pro určení časů obrábění jednotlivých operací byly v programu HSMWorks nasimulovány dráhy nástrojů. V programu byly vytvořeny nástroje, které jsou použity při výrobě součástí. K nástrojům poté byly přiřazeny řezné podmínky. Nástroje a řezné podmínky jsou podrobně rozebrány v předchozí kapitole. Pomocí vhodných frézovacích strategií byly vytvořeny dráhy nástrojů, ze kterých program vypočítal a určil časy obrábění pro každou operaci. Nasimulované obrábění pro 1. variantu a 1. upnutí s výsledným časem obrábění je znázorněno na obr. 5.1. Výsledné časy pro obě varianty jsou uvedeny v tab. 5.1.



Obr. 5.1 Simulace.

Tab. 5.1 Výrobní časy.

	1. upnutí [hh:mm:ss]	2. upnutí [hh:mm:ss]	Celkem [hh:mm:ss]
1. varianta	00:07:54	00:29:43	00:37:37
2. varianta	00:18:42	00:13:51	00:32:33

Výsledné časy jsou uvedeny bez časů pro výměnu nástrojů a pro upínání součástí, proto se dají brát jen jako orientační hodnota. Pro přesný čas by bylo nutné obě varianty vyzkoušet přímo ve výrobě a časy upínání součástí změřit a připočítat k výše uvedeným hodnotám.

Sestavení NC programu pro výrobu součástí není zadáno v cílech bakalářské práce a nasimulované dráhy byly vytvořeny pouze pro orientační stanovení výrobních časů. Proto některé dráhy mohou obsahovat chyby a pro další využití ve výrobě by se museli



překontrolovat a případně upravit. Vybrané nasimulované dráhy jsou jako obrázek uvedeny v příloze dokumentu.

### 5.2 Cena polotovarů

Cena polotovarů je stanovena z podkladů firmy Feron, která bude polotovary dodávat (viz kapitola 2.2). Cena se bude odvíjet od ceny plechu, z kterého je polotovar vypálen a od ceny tvarového vypalování. Tvarové vypalování u firmy ferona je účtováno za metr a při pálení z ušlechtilých ocelí je nutno odebrat celý formát tabule plechu [4]. Shrnutí cen pro polotovary v tab. 5.2.

Tab. 5.2 Cena polotovaru.

	1. varianta	2. varianta
Cena tabule plechu:	31 744 Kč	
Cena pálení pro tl. plechu 10 - 25 mm:	55 Kč/m	
Výpalků z jedné tabule:	21 ks	21 ks
Délka pálení pro jednu tabuli plechu:	22,7 m	22,2 m
Celková cena	32 992,50 Kč	32 965,00 Kč
Cena 1 kus:	1 571,10 Kč	1 569,80 Kč

Nevyužitá část tabule plechu může být na vyžádání také dodána. Proto se také nechá dodat spolu s výpalky a bude uskladněna ve skladu pro další možné využití při výrobě jiné součásti.

## 6 DISKUZE

Nejprve se součást musela rozebrat z hlediska materiálu součásti a konstrukce součásti. Při rozboru součásti bylo zjištěno, že na součásti se nenachází žádné složité hrany nebo obrazce a ani žádné rozměrové tolerance, které by se nedaly vyrobit na CNC stroji. A proto výroba nemusí obsahovat žádnou dokončovací operaci jako je například broušení. Pro daný materiál byl od dodavatelů vybrán vhodný polotovary pro výrobu. Pro srovnání byly vybrány dva polotovary. Jedná se o výpalky z plechu tloušťky 20 mm. U prvního polotovaru se jedná o kruhový výpalek s předpálenou dírou a druhý polotovar má předpálenou konturu součásti s přídavky 5 mm. U druhé varianty při upínání za díru  $\varnothing 55$  by mohla vzniknout excentricita výpalku, která by mohla zapříčinit nepřesnosti.

Podle možností firmy byl vybrán stroj k výrobě součásti. Jedná se o CNC vertikální obráběcí centrum, které je pro výrobu dostačující. Pro obě varianty polotovarů byly stanoveny technologické postupy podle kterých se bude řídit výroba.

Ke každé operaci v technologickém postupu se určil nástroj, kterým bude operace provedena. Nástroje byly vybírány z dodavatelské firmy a byly pro ně zvoleny řezné podmínky, které se určily z doporučených řezných podmínek výrobce nástrojů. Pro každý nástroj se z řezných podmínek určily otáčky vřetene. Fréza pro frézování zaoblení R10 musela být vybrána z jiného zdroje než ostatní nástroje z důvodu absence nástroje u dodavatelské firmy. Pro danou frézu nebyly uváděny řezné podmínky, a proto se stanovily na základě odvození a výpočtu teoretické řezné podmínky, které mohou být po dohodě s výrobcem upřesněny.

Výrobní varianty byly srovnány z hlediska výrobních časů. Které byly získány z programu HSMWorks, ve kterém byly vytvořeny dráhy nástrojů a nástrojům přiděleny řezné podmínky. K získaným časům z CAM programu je nutné ještě připočítat časy na výměnu nástrojů a upínání součástí. Kde na obě varianty je potřeba stejný počet nástrojů, akorát u druhé varianty se ušetří jedna výměna nástroje a dráha pro hrubování kontury. Z hlediska upínání je lepší první varianta, kdy jsou obě upnuté ve sklíčidle jednou za vnější průměr a podruhé za vnitřní průměr. Dostatečné přídavky u první varianty zamezí vzniku excentricity. U druhé varianty by mohla vzniknout excentricita již zmíněna dříve.

Pro obě varianty polotovarů se nakonec stanovila jejich cena z dostupných ceníků firmy Feron.

## ZÁVĚR

Pro zadanou součást byla vytvořena technická příprava výroby ve dvou variantách v podmínkách firmy ATC Styl s.r.o.

Součást je vyráběna z materiálu 1.4301. Jedná se o korozivzdornou chrom-niklovou austenitickou ocel. Polotovar bude dodáván od firmy Feron a polotovar bude vypálen z plechu korozivzdorného válcovaného za tepla ČSN EN ISO 18286. Při pálení z ušlechtilých ocelí se musí koupit celý formát tabule. Do výroby budou dodávány výpalky i s odřezaným materiálem, který by se v budoucnu mohl použít při jiné výrobě. Pro první variantu bude výpalek kruhový o  $\varnothing 280$  mm s předpálenou dírou. Pro druhou variantu je vypálená kontura součásti s přídavky 5 mm. Ukazatel využití materiálu je příznivější pro druhou variantu, kde vychází 78,3% a pro první variantu 46,5%. Využití materiálu pro druhou variantu je vyšší o 31,8%.

Podle aktuálních podmínek firmy bylo pro výrobu zvoleno CNC vertikální obráběcí centrum MAS MCV 1016. Na daný stroj a pro obě varianty byly stanoveny technologické postupy. Pro každou operaci byl vybrán z katalogu dodavatele nástroj i s doporučenými řeznými podmínkami. Nástroje jsou do firmy dodávány od firmy OCTOPUSTOOLS s.r.o. Tvarová fréza pro rádius R10 musela být vybrána z jiného zdroje, u výše zmíněna firmy není v sortimentu. Fréza byla vybrána z webových stránek i-frezy.cz a jsou pro ně odvozeny a vypočítány řezné podmínky. Řezná rychlost je stanovena 30 m/min a posuv na zub je vypočten 0,3 mm/zub.

Pro srovnání výrobních časů byly v programu HSMWorks nasimulovány dráhy nástrojů s přiřazenými řeznými podmínkami. V časech není započítána výměna nástrojů a upínání součásti a jsou pouze orientační. Pro první variantu je výsledný čas 37 minut a 37 vteřin. Pro druhou variantu je výsledný čas roven 32 minut a 33 vteřin. Ze získaných časů vyplývá, že druhá varianta je o 5 minut a 4 vteřiny rychlejší.

Nakonec byla stanovena cena polotovarů z ceníků firmy Feron. Pro první variantu je cena polotovaru 1 571,10 Kč a pro druhou variantu 1 569,80 Kč. Z výsledků vyplývá, že rozdíl mezi cenami polotovarů je 1,30 Kč. Rozdíl v ceně polotovarů je z hlediska celkové ceny zanedbatelný.

Z výsledných zjištění byla pro výrobu doporučena první varianta. První varianta má sice o 5 minut delší obráběcí čas, ale cena polotovaru je srovnatelná a není zde riziko vzniku excentricity.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. O nás. ATC Styl: CNC obrábění kovovýroba [online]. © 2012 [cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://www.atcstyl.cz/>
2. X5CrNi18-10. Bohdan Bolzano [online]. © 2014 [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://www.bolzano.cz/cz/technicka-prirucka/vyrobky-z-korozivzdornych-a-zaruvzdornych-oceli/vyrobky-z-oceli-korozivzdornych/materialove-listy/x6crni18-10-austeniticke>
3. NEREZOVÁ OCEL 1.4301. INOX spol [online]. 2009 [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://www.inoxspol.cz/nerezova-ocel-14301.html>
4. Specifikace výrobku. Ferona [online]. Ferona, © 2004–2014 [cit. 2014-01-22]. Dostupné z: <http://www.ferona.cz/cze/katalog/detail.php?id=25028>
5. KOČMAN, Karel a Jiří PERNÍKÁŘ. ROČNÍKOVÝ PROJEKT II - obrábění. 2002.
6. MCV 1016 QUICK. KOVOSVIT MAS [online]. KOVOSVIT MAS, © 2013 [cit. 2014-01-23]. Dostupné z: <http://www.kovosvit.cz/cz/produkty/technologie-frezovani/vertikalni-obrabeci-centra/mcv-1016-quick>
7. OCTOPUSTOOLS [online]. © 2008 [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.octopustools.com/>
8. MIROSLAV HLUCHÝ, Jan Kolouch. Strojírenská technologie. 3. přeprac. vyd. Praha: Scientia, 2002. ISBN 80-718-3262-6.
9. Příručka obrábění: kniha pro praktiky. 1. české vyd. Překlad Miroslav Kudela. Praha: Scientia, c1997, 1 sv. (různé stránkování). ISBN 91-972-2994-6.
10. DIN 6518 fréza rádiusová. I-frezy.cz [online]. [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.i-frezy.cz/i-frezy/eshop/5-1-Tvarove-stopkove-frezy/18-2-Radiusove-frezy/5/350-DIN6518-freza-radiusova-ctvrtkruhova-R10>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

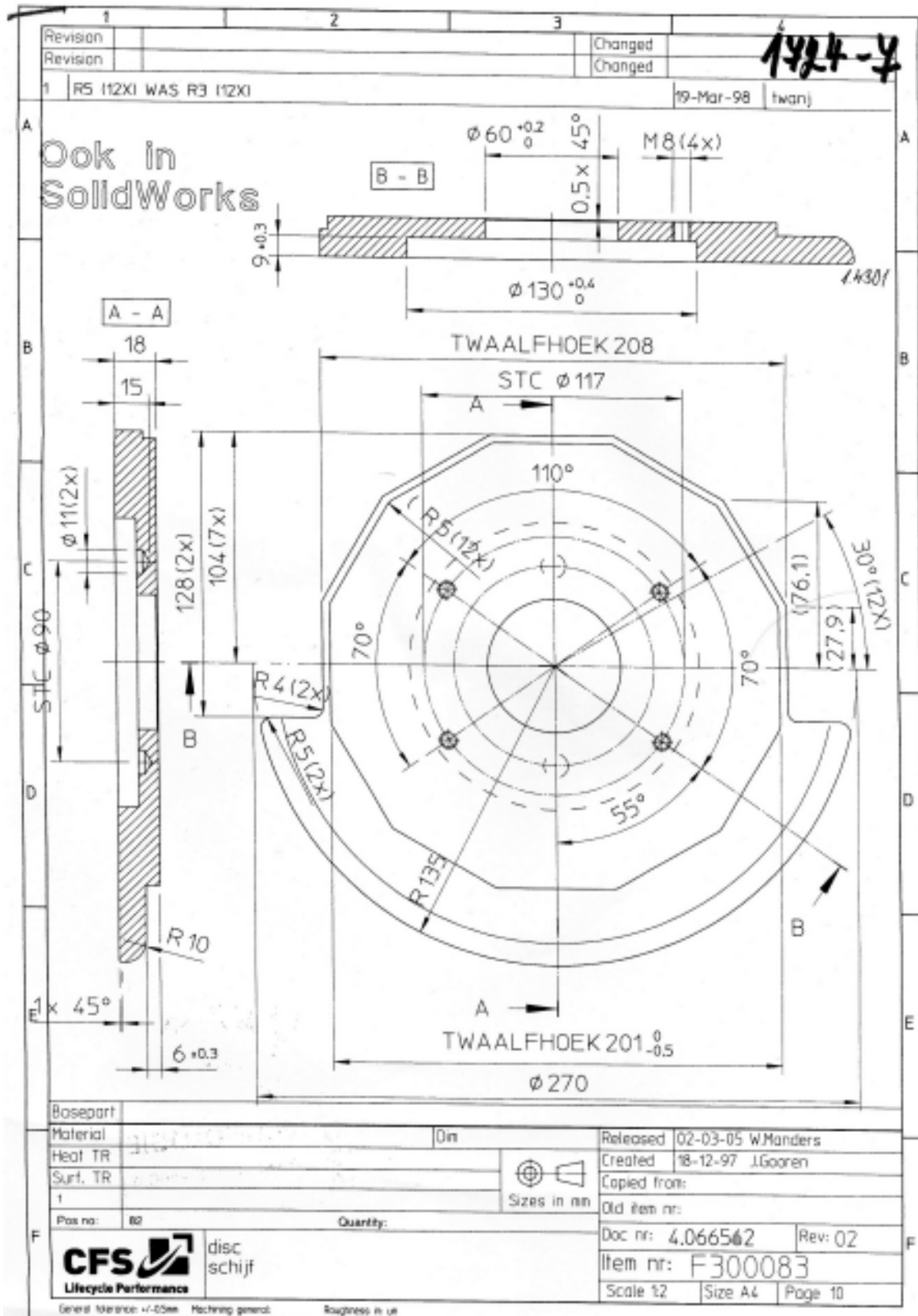
<b>Zkratka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Popis</b>
<b>HB</b>	[-]	tvrdost dle Brinella
<b>VBD</b>	[-]	vyměnitelná břitová destička

<b>Symbol</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Popis</b>
<b>D</b>	[mm]	průměr nástroje
<b>f</b>	[mm/zub]	posuv na zub
<b>G<sub>1</sub></b>	[kg]	hmotnost výrobku
<b>G<sub>2</sub></b>	[kg]	hmotnost polotovaru
<b>H</b>	[mm]	hloubka vln
<b>R<sub>a</sub></b>	[μm]	střední aritmetická hodnota drsnosti
<b>U<sub>m</sub></b>	[-]	ukazatel využití materiálu
<b>n</b>	[1/min]	otáčky
<b>v<sub>c</sub></b>	[m/min]	řezná rychlost

**SEZNAM PŘÍLOH,**

Příloha 1	Výkres součásti
Příloha 2	Nasimulované dráhy nástrojů
Příloha 3	Vybrané nástroje

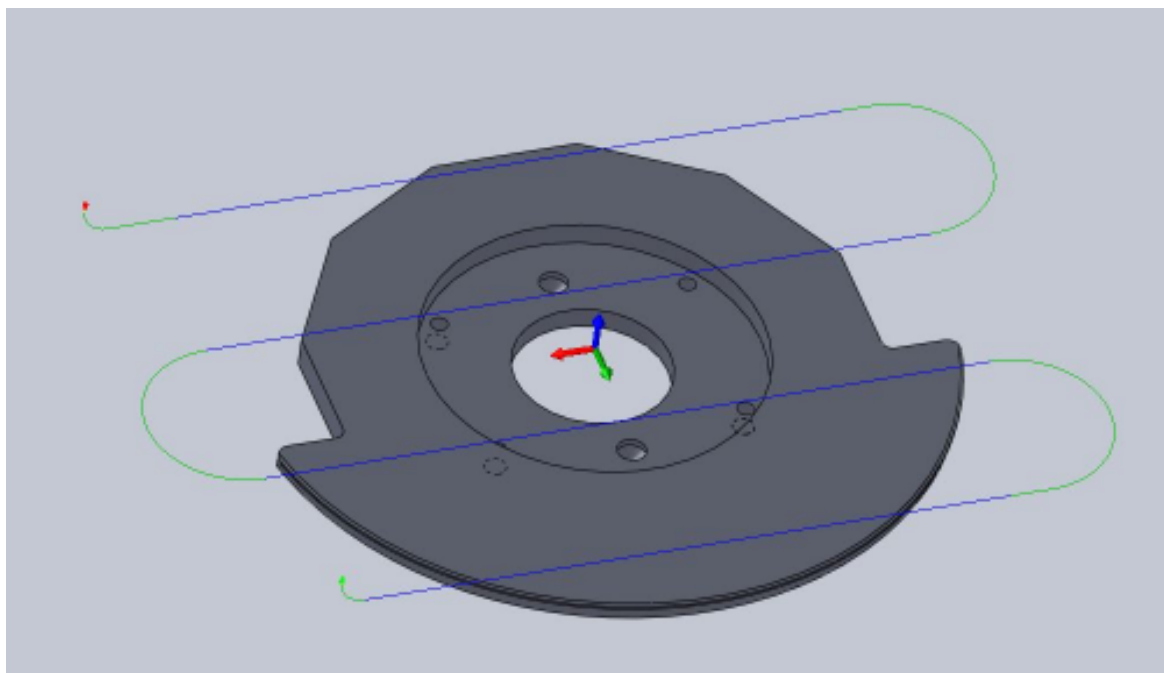
Výkres součásti:



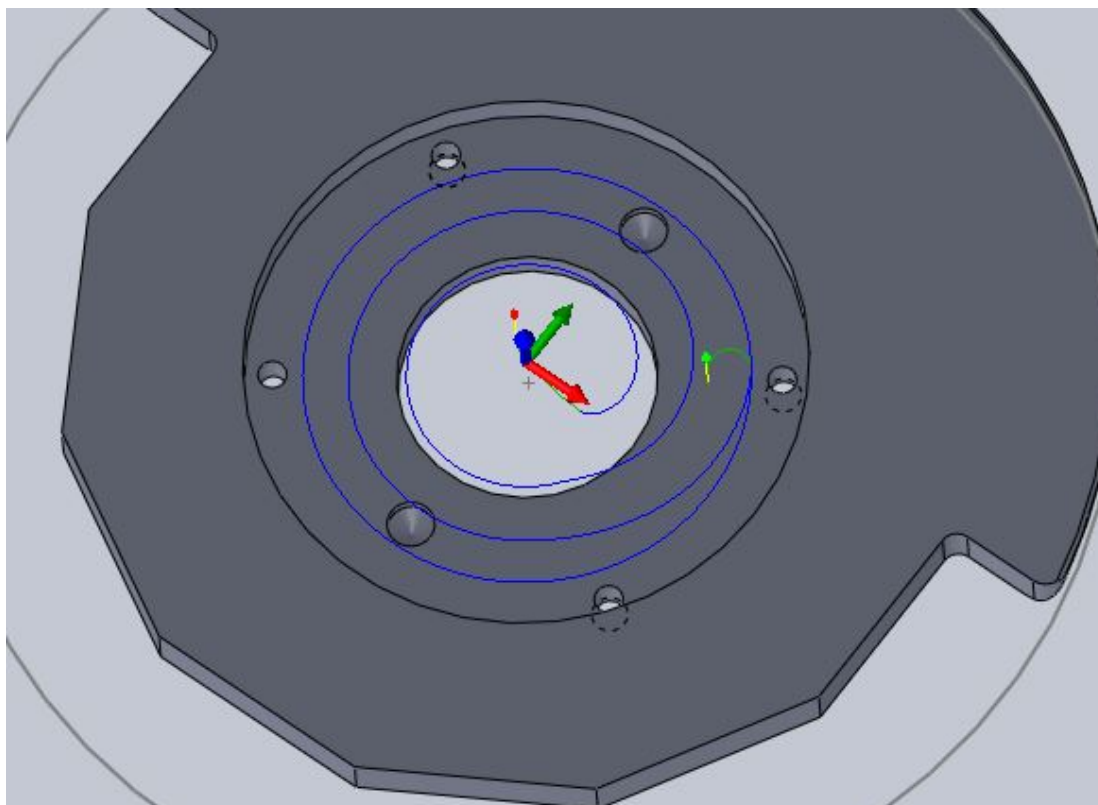
## PŘÍLOHA 2

Nasimulované dráhy nástrojů:

Zarovnání čela:

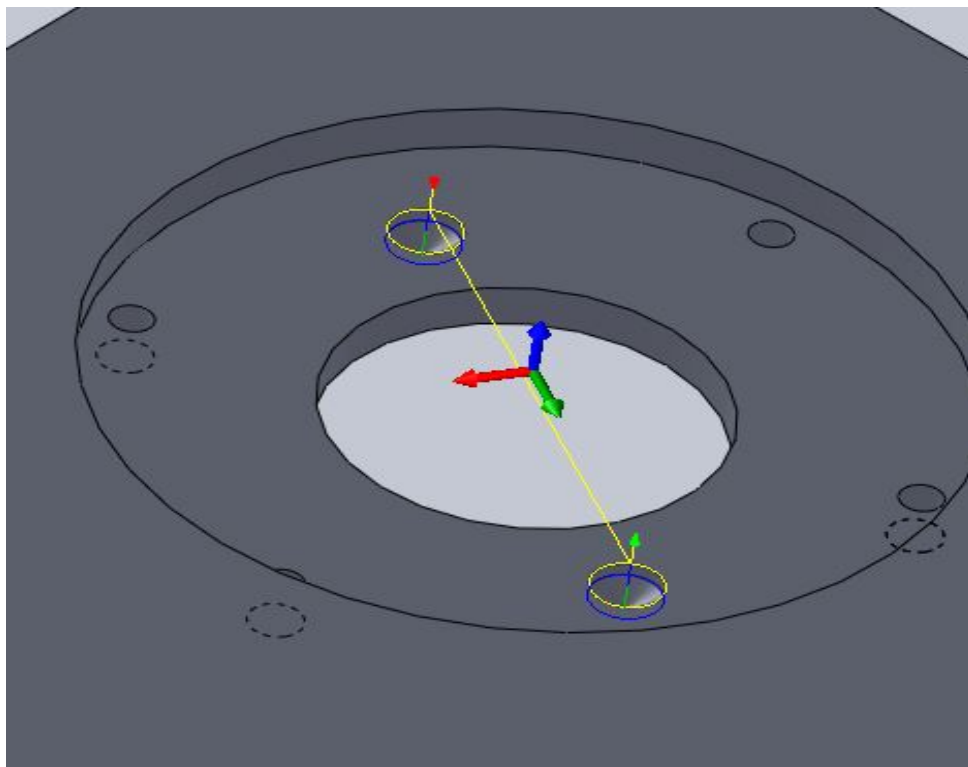


Hrubování zhloubení:

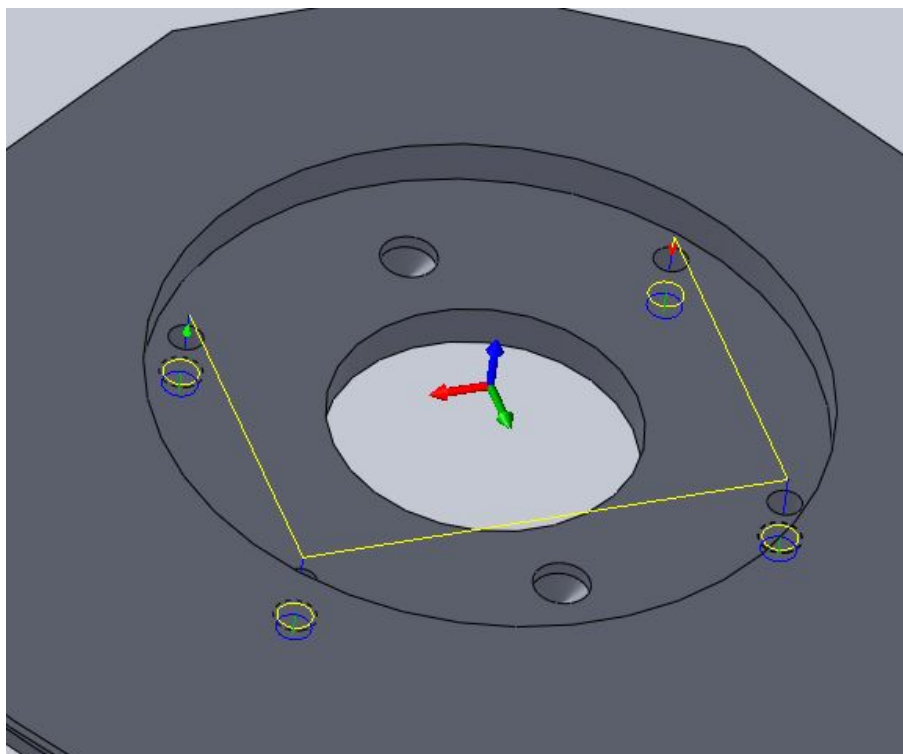




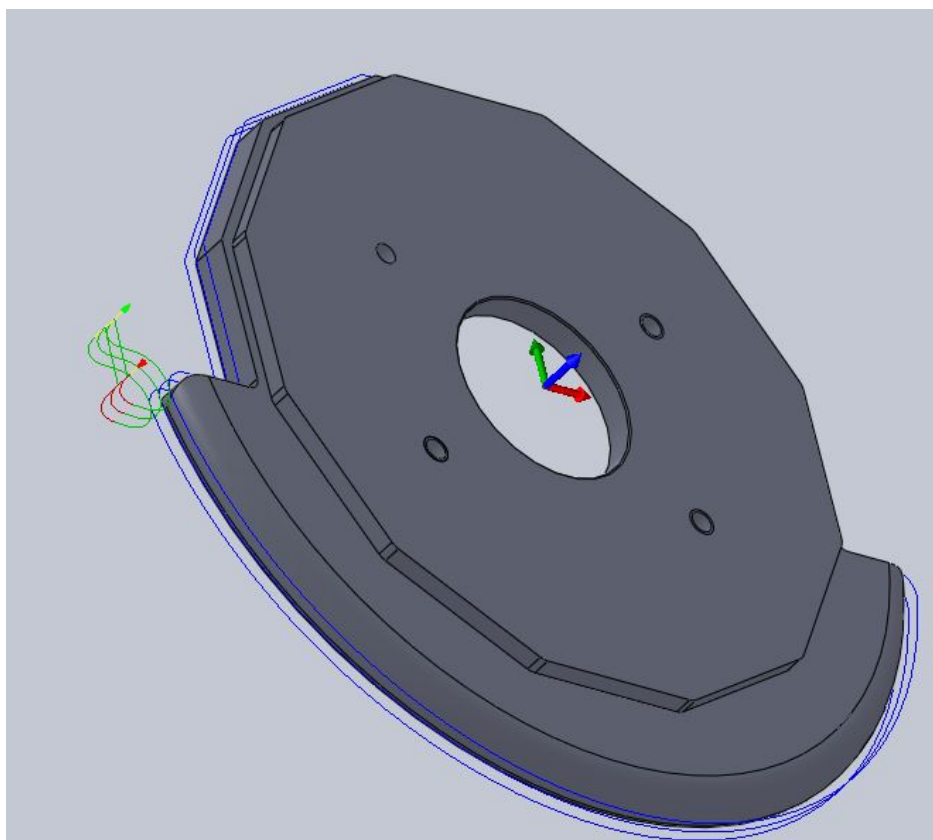
Vrtání  $\varnothing 11$ :



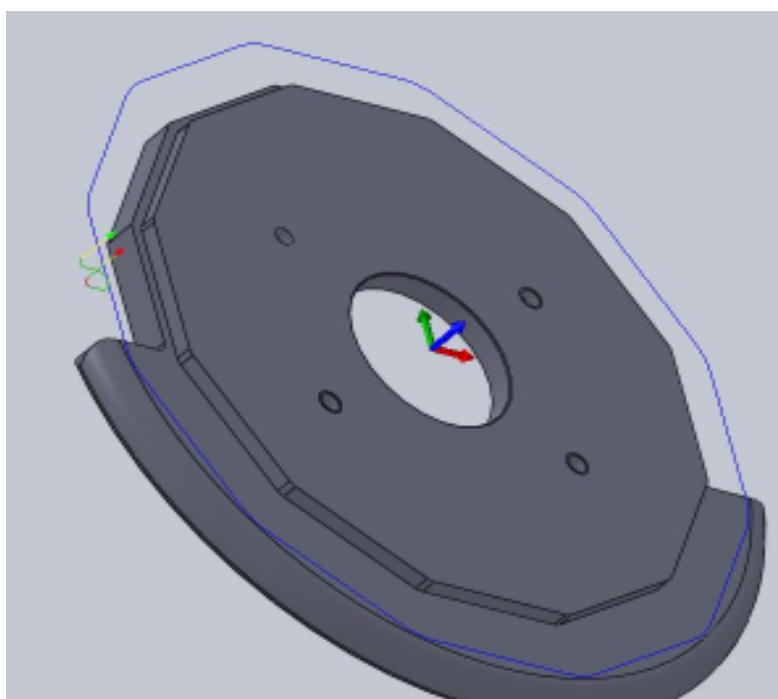
Dráha vrtání  $\varnothing 6,8$ :



Dráha dokončení kontury:



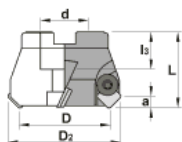
Dráha dokončení 12tihran:



## PŘÍLOHA 3

Vybrané nástroje [7]:

Čelní fréza:



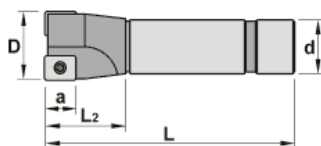
AGDG.90



Čelní fréza s úhlem nastavení 45°. Vynikající pozitivní fréza určená pro všestranné použití na CNC i konvenčních strojích. Využívá upínacího systému C, který umožňuje snadnou a rychlou výměnu destiček.

AGDG.90										
Objednací číslo	Z	D	D2	L	d	l3	a	Cena (Kč/ks)	Do košíku	Sklad
AGDG.90.050	4	50	63	40	22	20	6	2837 Kč		8 dní
AGDG.90.063	5	63	76	50	22	20	6	3662 Kč		8 dní
AGDG.90.080	6	80	93	50	27	22	6	5088 Kč		8 dní
AGDG.90.100	6	100	113	50	32	25	6	5972 Kč		8 dní

Fréza čelní a do rohu:



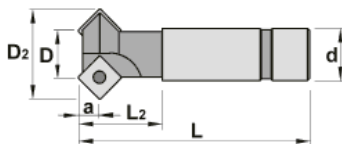
AKCA.02



Čelní fréza s úhlem nastavení 90°. Ekonomická fréza určená pro všestranné použití na CNC i konvenčních strojích. Destičky jsou upínány pomocí šroubku.

AKCA.02									
Objednací číslo	z	D	L	L1	d	a	Cena (Kč/ks)	Do košíku	Sklad
AKCA.02.020	1	20	200	35	20	14	2444 Kč		8 dní
AKCA.02.025	2	25	200	35	25	14	2796 Kč		1 ks
AKCA.02.032	3	32	250	35	32	14	2922 Kč		8 dní
AKCA.02.040	4	40	250	35	32	14	3198 Kč		8 dní

Fréza pro sražení hran:



AGDA.00



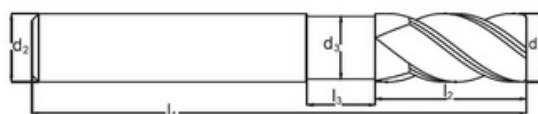
Čelní fréza s úhlem nastavení 45°. Tato fréza je určena především pro ekonomické sražení hran. Destičky jsou upínány pomocí šroubku.




AGDA.00											
Objednací číslo	z	D	D2	L	L2	d	a	Destičky	Cena (Kč/ks)	Do košíku	Sklad
AGDA.00.005	1	6,5	22	110	35	20	7	<u>SPMW1204..</u>	2053 Kč		1 ks

Monolitní karbidové frézy:

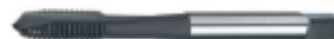


- **VÍCEÚČELOVÉ!** Umí drážkování, hrubování i dokončování
- **Až 4x vyšší produktivita než ostatní**
- **Lepší výsledný povrch**



Vysoce výkonné frézy I.C.E. Inox										
d1	d2	d3	l1	l2	l3	HA 				Označ
						Označení	Cena	Skladem ks	Do košíku	
3,0	6,0	2,75	57	8	13	Mill.03.ICE.INOX.HA	434 Kč	6 ks		Mill.03.ICE
4,0	6,0	3,5	57	11	10	Mill.04.ICE.INOX.HA	434 Kč	9 ks		Mill.04.ICE
5,0	6,0	4,5	57	13	8	Mill.05.ICE.INOX.HA	434 Kč	5 ks		Mill.05.ICE
6,0	6,0	5,5	57	13	8	Mill.06.ICE.INOX.HA	434 Kč	16 ks		Mill.06.ICE
8,0	8,0	7,4	63	19	8	Mill.08.ICE.INOX.HA	755 Kč	11 ks		Mill.08.ICE
10,0	10,0	9,2	72	22	10	Mill.10.ICE.INOX.HA	1110 Kč	10 ks		Mill.10.ICE

Závitník:



194A

Závit	d1 (mm)	p (mm)	l1 (mm)	l2 (mm)	d2 (mm)	php (mm)	Počet zubů	Gr.
M8	8	1,25	90	20	8		4	28

Je první volbou pro lehce obrobitelnou a austenitickou korozivzdornou ocel s tvrdostí < 250 HB a pevností < 850 N/mm<sup>2</sup>.



Objednací číslo	194AM8
Závit	M8
Typ závitníku	Řezný
Obráběný materiál	Korozivzdorná a konstrukční ocel Rm < 600N/mm <sup>2</sup>
DIN	371
Tolerance	ISO 2(6H) , B(5xp)
Povlak	vap
Cena	506 Kč
Do košíku	